



Rancang Bangun *Incinerator* Pembakaran Sabut Dan Tempurung Kelapa Di UD.  
Nadi Utama Sebagai Pembangkit Listrik Menggunakan Peltier TEG SP1848  
27145SA

Kadek Widipratama<sup>1✉</sup>, I Wayan Arta Wijaya<sup>2</sup>, I Gusti Ngurah Janardana<sup>3</sup>  
Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Email: [kadekwidipratama@student.unud.ac.id](mailto:kadekwidipratama@student.unud.ac.id)

Abstrak

UD. Nadi Utama merupakan salah satu produsen sekaligus distributor jajan tradisional berlokasi di Desa Temukus, Kecamatan Banjar, Kabupaten Buleleng yang berdiri sejak tahun 2021. UD Nadi Utama memasang listrik PLN dengan kapasitas 2.200 VA dengan rata – rata pembayaran listrik sebesar Rp 750.000 perbulan yang dianggap terlalu membebani biaya produksi. Berdasarkan hal tersebut, UD. Nadi Utama memohonkan sebuah produk inovasi yang dapat menghemat pembayaran listrik. Setelah melakukan observasi, tim capstone project menemukan bahwa UD, Nadi Utama menghasilkan sabut dan tempurung kelapa sebanyak 25 kg perhari. Sabut dan tempurung kelapa tersebut merupakan hasil dari buah kelapa yang digunakan sebagai bahan baku produksi. Biasanya sabut dan tempurung kelapa tersebut dimanfaatkan sebagai bahan bakar tungku, namun dikarenakan kapasitas tungku hanya dapat menampung kurang dari 2 kg untuk 1 kali pembakaran, masih banyak sabut dan juga tempurung kelapa yang belum termanfaatkan dan terus menumpuk setiap harinya. Dari permasalahan dan potensi yang ditemukan di UD Nadi Utama, tim capstone project memberikan solusi berupa sebuah *incinerator* pembakaran sabut dan tempurung kelapa di UD. Nadi Utama. *Incinerator* ini memiliki perangkat konverter yang dapat mengkonversi panas yang dihasilkan dari pembakaran tersebut menjadi energi listrik menggunakan efek seebeck melalui modul peltier TEG SP 1848 27145 SA. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode kuantitatif deskriptif. Dengan adanya inovasi ini, pengeluaran untuk pembayaran listrik di UD. Nadi Utama yang dapat dihemat adalah sebesar Rp 25.080,00 atau sebesar 3,34% dari rata – rata pembayaran listrik perbulannya

Kata kunci : *Incinerator, Peltier, Pembakaran, Sabut Kelapa, Tempurung Kelapa*

## Abstract

UD. Nadi Utama is one of the manufacturers and distributors of traditional snacks located in Temukus Village, Banjar District, Buleleng Regency, which has been operating since 2021. UD Nadi Utama has installed PLN electricity with a capacity of 2,200 VA, with an average monthly electricity payment of Rp 750,000, which is considered to be too burdensome on production costs. Based on this, UD. Nadi Utama is requesting an innovative product that can save on electricity payments. After conducting observations, the capstone project team found that UD Nadi Utama produces 25 kg of coconut husks and shells per day. These coconut husks and shells are the byproducts of coconut used as raw materials for production. Usually, these coconut husks and shells are utilized as fuel for stoves, but due to the stove's capacity being able to hold less than 2 kg for one burning session, a significant amount of coconut husks and shells remains unused and continues to accumulate every day. From the issues and potential identified at UD Nadi Utama, the capstone project team proposes a solution in the form of a coconut husk and shell incinerator at UD Nadi Utama. This incinerator is equipped with a converter device that can convert the heat generated from the burning process into electrical energy using the Seebeck effect through a Peltier module TEG SP 1848 27145 SA. This research was conducted using a quantitative descriptive method. With this innovation, the expenses for electricity payment at UD Nadi Utama that can be saved amount to Rp 25,080.00, or 3.34% of the average monthly electricity payment.

Keyword: *Incinerator, Peltier, Combustion, Coconut Husks, Coconut Shells*

## PENDAHULUAN

UD. Nadi Utama merupakan salah satu produsen sekaligus distributor jajan tradisional berlokasi di Desa Temukus, Kecamatan Banjar, Kabupaten Buleleng yang berdiri sejak tahun 2021. Sebagai produsen jajan, UD Nadi Utama menyuplai 5 minimarket setiap harinya. Untuk mendukung usahanya, UD Nadi Utama memasang listrik PLN dengan kapasitas 2.200 VA dengan rata – rata pembayaran listrik sebesar Rp 750.000 perbulan yang dianggap terlalu membebani biaya produksi. Berdasarkan hal tersebut, UD. Nadi Utama memohonkan sebuah produk inovasi yang dapat menghemat pembayaran listrik.

Setelah melakukan observasi, tim *capstone project* menemukan bahwa UD, Nadi Utama menghasilkan sabut dan tempurung kelapa sebanyak 25 kg perhari. Sabut dan tempurung kelapa tersebut merupakan hasil dari buah kelapa yang digunakan sebagai bahan baku produksi. Biasanya sabut dan tempurung kelapa tersebut dimanfaatkan sebagai bahan bakar tungku, namun dikarenakan kapasitas tungku hanya dapat menampung kurang dari 2 kg untuk 1 kali pembakaran, masih banyak sabut dan juga tempurung kelapa yang belum termanfaatkan dan terus menumpuk setiap harinya.

Dari permasalahan dan potensi yang ditemukan di UD Nadi Utama, tim capstone project memberikan solusi berupa sebuah *incinerator* pembakaran sabut dan tempurung kelapa di UD. Nadi Utama. *Incinerator* ini memiliki perangkat konverter yang dapat mengkonversi panas yang dihasilkan dari pembakaran tersebut menjadi energi listrik menggunakan efek seebeck melalui modul peltier TEG SP 1848 27145 SA. Inovasi ini diperkirakan mampu membangkitkan daya sebesar 80 watt selama 1 jam dan dapat mengisi baterai 12V dengan kapasitas 20Ah selama 3 jam.

Pada penelitian "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Alternatif Menggunakan Termoelektrik dengan Memanfaatkan pada Tungku Pemanas" menyatakan bahwa dengan generator termoelektrik dan memanfaatkan panas buang dari tungku pembakaran dapat menghasilkan tegangan sebesar 25,52V, arus bernilai 0,55 A dan daya 4,84 W pada temperatur maksimal 82°C. Penelitian serupa yang berjudul "Rancang bangun kompor biomassa penghasil energi listrik untuk mengisi baterai 12 V" menyatakan bahwa kompor biomassa dapat membangkitkan energi listrik dengan tegangan mula-mula 13,00 V sampai 13,03 V. Pada penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Konversi Energi Panas Api Menjadi Energi Listrik Sebagai Alat *Charger* Baterai Menggunakan Termoelektrik" menyatakan bahwa dengan memanfaatkan energi dari api pembakaran dapat dikonversi menjadi energi listrik, pengujian dilakukan dalam waktu 4 menit dengan perbedaan 78°C menghasilkan *output* TEG sebesar 6,32 volt dan *output* regulator 4,93 volt.

Adapun yang menjadi perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu penggunaan rangkaian seri dan paralel pada peltier serta peningkatan performa pada pendinginan TEG guna meningkatkan *output* dari hasil konversi, baik berupa *output* tegangan maupun arusnya. Selanjutnya pengambilan data pada penelitian ini juga dilakukan dengan penambahan *data logger* pada *output* nya sehingga data yang didapatkan lebih akurat dan *real time*.

## 1. METODE OPTIMASI

### 1.1 *Incinerator*

*Incinerator* adalah tungku pembakaran untuk mengolah limbah padat yang mengonversi materi padat menjadi materi gas dan abu. Insinerasi merupakan suatu proses pengolahan limbah padat melalui pembakaran pada temperatur yang tinggi. *Incinerator* juga dapat digunakan sebagai alternatif dalam menghasilkan energi listrik karena temperatur yang dihasilkan oleh *incinerator* tinggi sehingga dimanfaatkan menjadi energi listrik dari energi panas/termal hasil pembakaran menggunakan generator termoelektrik.

## 1.2 Generator Termoelektrik

Generator termoelektrik merupakan pembangkit listrik dengan menggunakan energi panas. Termoelektrik generator bekerja dengan mengonversi energi panas menjadi listrik secara langsung. Modul termoelektrik menghasilkan tegangan ketika terjadi perbedaan suhu di setiap sisi sehingga dapat digunakan sebagai pembangkit listrik yang memanfaatkan konduktivitas panas dari sebuah lempeng konduktor. Dalam proses pembangkitan listrik, generator termoelektrik melibatkan dua efek yang berbeda, yaitu:

### 1. Efek Seebeck

Efek seebeck merupakan fenomena timbulnya tegangan listrik yang terjadi akibat adanya perbedaan suhu pada dua sisi bahan semi konduktor. Secara matematis koefisien seebeck dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\alpha = \frac{V}{\Delta T} \quad (1)$$

Dengan:

$\alpha$  = koefisien seebeck (V/°C)

V = beda potensial (V)

$\Delta T$  = beda temperatur (°C)

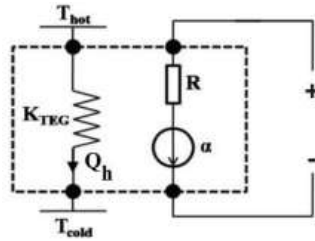
### 2. Efek Peltier

Ketika arus listrik dialirkan, terjadi penyerapan panas pada sambungan kedua logam tersebut dan pelepasan panas pada sambungan yang lainnya. Pelepasan dan penyerapan panas ini saling berbalik begitu arah arus dibalik. Penemuan ini kemudian dikenal dengan efek Peltier. Pada termoelektrik generator, efek peltier ini digunakan sebagai pendingin internal dalam modul TEG itu sendiri.

## 1.3 Prinsip Kerja Generator Termoelektrik

Prinsip termoelektrik yaitu apabila salah satu sisi dipanaskan dan terjadi pelepasan panas pada sisi yang lain maka akan menghasilkan tegangan. Hal ini terjadi karena pada saat salah satu sisi pada generator termoelektrik menerima panas, elektron – elektron pada sisi tersebut mengalami pergeseran ke sisi generator termoelektrik yang lain sehingga sisi yang kehilangan elektron menjadi kutub positif dan sisi yang kelebihan elektron menjadi kutub negatif.

Elemen termoelektrik terdiri dari semikonduktor tipe N dan tipe P yang bagian atas dan bawah dilapisi dengan konduktor tembaga sebagai penghubung satu sama lain antara tipe N dan tipe P. Dengan perbedaan temperatur panas antara sisi panas dan sisi dingin pada termoelektrik generator, pada elemen ini akan mengalir arus sehingga terjadi beda tegangan. Secara umum *thermoelektrik* generator menggunakan bahan *Bismuth Tellurid* (BiTe).



Gambar 1. Rangkaian Ekuivalen Termoelektrik

Seperti yang terlihat pada gambar 1, sebuah termoelektrik diwakili oleh rangkaian generator termoelektrik (TEG) diletakkan diantara 2 *reservoir* suhu yaitu sisi panas ( $T_h$ ) dan sisi dingin ( $T_c$ ). Perbedaan kedua suhu ini ( $\Delta T$ ) akan berpengaruh terhadap besaran energi panas ( $Q_h$ ) yang diserap serta besaran tegangan dan arus yang akan dihasilkan. Sebuah TEG mempunyai hambatan listrik isothermal ( $R$ ), konduktansi termal ( $k$ ) dan koefisien seebeck ( $\alpha$ ).

Perangkat termoelektrik dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik arus searah (DC) ketika terjadi perbedaan temperatur. Nilai efisiensi modul termoelektrik dapat ditingkatkan dengan meningkatkan beda suhu antara sisi panas dan dingin TEG. Perbedaan suhu dapat ditingkatkan dengan cara panas didisipasi pada sisi dingin TEG. Penggunaan *heatsink*, *fan water jacket*, atau hanya dengan memberi suhu lingkungan diatas sisi dingin TEG dapat dilakukan untuk membuang panas pada sisi dingin TEG sehingga perbedaan suhu sisi-panas dingin TEG meningkat.

#### 1.4 Sistem Pendingin

Sistem pendingin adalah suatu sistem yang digunakan untuk menjaga temperatur suatu benda untuk tetap berada dalam kondisi yang ideal dengan cara memindahkan panas dari benda tersebut ke udara. Perpindahan panas akan terjadi ketika ada perbedaan temperatur antara dua bagian benda. Panas akan berpindah dari temperatur tinggi ke temperatur yang lebih rendah. Pada pengaplikasian termoelektrik generator, sistem pendingin digunakan untuk menjaga salah satu sisi modul TEG tetap dalam kondisi yang ideal sehingga beda temperatur yang dihasilkan dapat meningkat. Peningkatan beda temperatur ini akan berpengaruh terhadap peningkatan *output* daya generator termoelektrik.

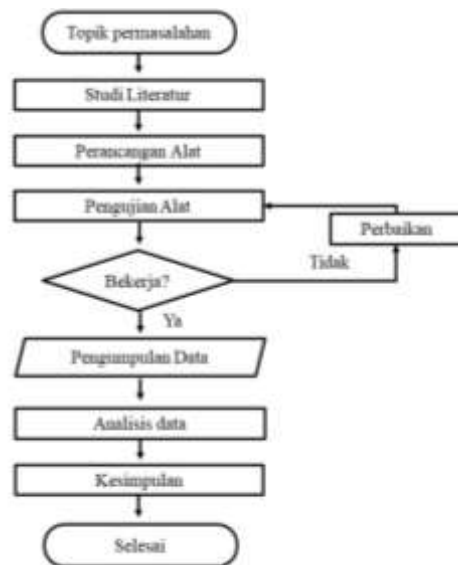
## METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Auditorium Undagi Graha dan Laboratorium Konversi Energi, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran. Waktu pelaksanaan dimulai dari bulan Januari 2023 sampai Juli 2023.

## 2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilihat pada Gambar 2:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Berikut penjelasan pada Gambar 2:

Langkah 1. Menentukan Topik Permasalahan

Penelitian ini diawali dengan menentukan topik permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian. Langkah awal yang dilakukan yaitu melakukan pengumpulan data lapangan dengan cara survey.

Langkah 2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari tinjauan pustaka berupa penelitian serupa yang sudah pernah dilakukan maupun teori-teori yang terkait dengan permasalahan yang akan diteliti.

Langkah 3. Perancangan Alat

Setelah mendapatkan literatur yang relevan, selanjutnya dilakukan perancangan alat menggunakan bantuan software Fusion 3D 360. Setelah proses desain dilakukan, selanjutnya dilakukan pembuatan alat sebagai bentuk realisasi perangkat.

Langkah 5. Pengujian Alat

Pengujian untuk mengetahui kinerja, masalah dan kekurangan pada alat yang dirancangan serta energi yang dihasilkan sudah dikonversi dengan baik.

Langkah 6. Analisis Data

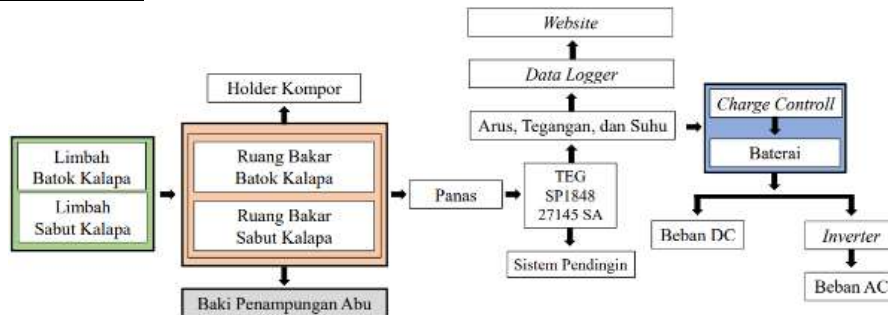
Apabila dalam penguian ini alat yang dirancang sudah mampu melakukan konversi dengan baik dan mendapatkan hasil *output* yang maksimal maka akan dilanjutkan dengan pengambilan dan pengolahan data hingga mendapatkan kesimpulan. Data yang dianalisis dalam penelitian ini yaitu pengaruh perbedaan suhu dari pembakaran limbah kelapa terhadap

hasil *output* peltier. Data tersebut dianalisis menggunakan Langkah 7. Penarikan Kesimpulan

Berdasarkan langkah keenam maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Realisasi Perangkat



Gambar 3. Gambaran Umum Sistem

Cara kerja *incinerator* secara umum, yaitu sabut kelapa dan tempurung kelapa akan dibakar pada *chamber* pembakaran. Pembakaran tersebut akan menghasilkan panas dan residu berupa abu dan arang. Abu dan arang akan ditampung dalam baki penampungan. Panas yang dihasilkan akibat pembakaran akan diterima oleh modul *peltier* TEG SP 1848 27145 SA. Diperlukan sebuah sistem pendingin untuk memaksimalkan *output* peltier. Setelah *incinerator* dan sistem pendingin bekerja, dibuat sebuah *data logger* untuk membaca dan mencatat hasil *output* yang berupa suhu, tegangan, dan arus listrik yang dihasilkan. Untuk mengatasi intermitensi dan fluktuasi daya yang dihasilkan maka digunakan sebuah *charge controller* untuk mengisi baterai 12V. Karena *output* dari generator termoelektri bersifat DC maka diperlukan sebuah *inverter* sebelum digunakan ke beban AC.



Gambar 4. Bentuk *Incinerator*

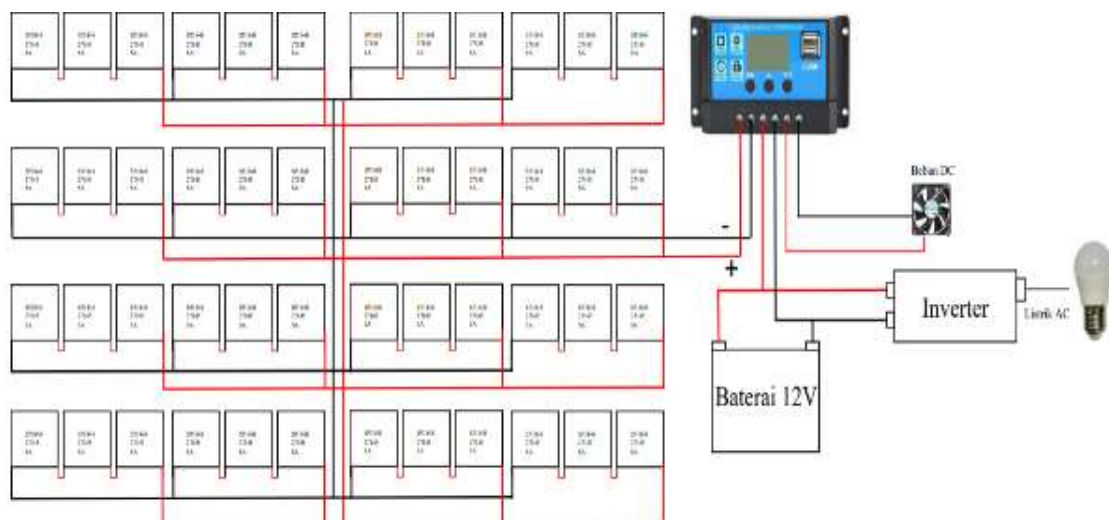
Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa hasil realisasi perangkat *incinerator*, *Incinerator* dibuat

sebagai tempat untuk melakukan pembakaran sabut kelapa dan tempurung kelapa. Pada *incinerator* terdapat dua buah *stand* yang dapat digunakan untuk memasak

Dari Proses Pembuatan *incinerator* diperoleh *incinerator* dengan ukuran sebagai berikut:

- a. Dimensi : 64 cm x 48 cm x 76 cm
- b. Rangka Utama : Besi Hollow Holo (2,75 cm x 2,75 cm x 1,2 mm)
  
- c. Ruang Bakar : 64 cm x 48 cm x 32 cm
- d. Ruang Sirkulasi Udara : 64 cm x 48 cm x 20 cm
  
- e. Ruang Penampungan Abu : 64 cm x 48 cm x 20 cm

Pada rangkaian seri meskipun nilai tegangan bertambah, namun keluaran arus *peltier* tetap sama, serta rangkaian paralel menawarkan proteksi jika salah satu modul *peltier* mengalami kerusakan. Karena polarisasi studi yang mengindikasikan seri ataupun paralel menghasilkan karakteristik *output* yang berguna serta menyesuaikan dengan dimensi *incinerator*, maka digunakan kombinasi rangkaian 3 modul seri untuk menghasilkan tegangan yang lebih tinggi dan 16 rangkaian diparalel untuk mendapatkan arus yang lebih tinggi dengan total modul yang digunakan yaitu 48 modul seperti pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Rangkaian Peltier TEG

Termoelektrik generator memerlukan pendinginan tambahan untuk meningkatkan *output*

sistem. Sistem pendingin untuk mengoptimisasi *output* generator termoelektrik digunakan sistem pendinginan gabungan antara pendinginan udara dan pendinginan air yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Perangkat Pendinginan TEG

Untuk mempermudah dalam mencatat data dari hasil *output* maka dirancang sebuah *data logger* berbasis *internet of things* dengan sensor yang berupa *thermistor*, ACS 712, dan *resistor voltage divider*. Adapun bentuk dari *data logger* yang dibuat yaitu seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Perangkat *Data logger*.

## 2. Hasil *Output* TEG

Pengujian pembangkitan listrik dengan memanfaatkan efek seebeck yang terjadi akibat adanya perbedaan temperatur pada modul peltier TEG SP1848 27145 SA.

Tabel 1. Hasil Uji *Output* Peltier TEG Selama 1 jam

Waktu (Menit)	$\Delta T$ (°C)	V (volt)	I (ampere)	P (watt)
4	7,33	3,67	2,62	9,62
8	10	3,89	3,43	13,34

12	17,74	6,27	4,01	25,14
16	17,91	9,12	4,45	40,58
20	26,05	12,66	5,36	67,86
24	36,77	12,61	5,73	72,26
28	42,95	12,47	5,35	66,71
32	47,99	12,21	6,29	76,80
36	53,84	12,67	6,83	86,54
40	56,84	12,42	7,38	91,66
44	66,19	12,82	8,26	105,89
48	69,8	12,37	8,82	109,10
52	73,21	12,97	9,48	122,96
56	80,38	12,39	9,86	122,17
60	92,46	13,54	10,78	145,96

Tabel 1. Hasil Uji Output Peltier TEG Selama 1 jam



Gambar 8. Grafik Kenaikan Daya TEG

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa tegangan, arus, dan daya *output* dari peltier meningkat seiring meningkatnya beda temperatur pada kedua sisi peltier. Tegangan dan arus *output* akan meningkat ketika beda temperatur pada kedua sisi peltier meningkat.

Berdasarkan hasil pengujian selama satu jam dapat diketahui bahwa rata-rata *output* daya oleh peltier TEG SP 1848 27145 SA yaitu sebesar 154,96 watt sehingga dapat diketahui pula energi yang dibangkitkan selama 1 jam yaitu sebesar 153,96 kWh. Karena UD. Nadi Utama beroperasi selama 4 jam perhari maka dapat diketahui jumlah energi *output* berdasarkan daya yang dibangkitkan dan durasi operasi. Adapun energi yang dibangkitkan adalah seperti yang ditunjukkan pada tabel 2 di bawah.

No.	Waktu	Daya Output	Durasi Operasi Perhari	Energi yang Dibangkitkan
1	1 Hari	154,96 watt	4 jam	0,62 kWh
2	1 Minggu			4,34 kWh
3	1 Bulan			17,36 kWh

Tabel 2. Energi yang Dibangkitkan dalam 4 Jam Operasi Perhari

Keluaran dari termoelektrik generator selanjutnya dihubungkan ke *charger controller* yang berfungsi sebagai pengisi baterai sehingga saat baterai terisi penuh maka pengisian baterai dihentikan otomatis. Dari *charger controller* kemudian dihubungkan ke baterai dan kemudian disambung lagi ke saklar untuk menghidupkan lampu taman 12Volt.



Gambar 9. Kondisi Pengisian Baterai

Energi yang dibangkitkan tersebut akan disimpan dalam sebuah baterai 20Ah dengan tegangan pengisian sebesar 12,4 volt dan arus pengisian sebesar 6,07 ampere. Sehingga lama pengisian baterai tersebut yaitu:

$$t = \frac{AH}{IC} + 20\%$$

$$t = \frac{20}{6,07} + 0,2$$

$$t = 3,49 \text{ jam}$$

Jadi baterai dengan kapasitas 20Ah tersebut dapat terisi penuh selama 3,49 jam. Adanya *incinerator* yang dapat menghasilkan energi listrik ini juga berdampak terhadap adanya penurunan biaya pembayaran listrik perbulan di UD. Nadi Utama. Adapun penurunan biaya pembayaran listrik perbulannya dimana harga listrik untuk kapasitas 2.200 VA sebesar Rp1.444,70/kWh adalah sebagai berikut:

Penghematan dalam rupiah = energi *output* pebulan x harga listrik per kWh

Penghematan dalam rupiah = 17,36 kWh x Rp 1.444,70

Penghematan dalam rupiah = Rp 25.080,00

Setiap bulannya UD. Nadi Utama membayar sebesar Rp 750.000,00 untuk memenuhi kebutuhan listriknya. Dengan demikian dapat diketahui persentase penghematan pengeluaran biaya listrik setelah adanya *incinerator* ini di UD. Nadi Utama. Persentase tersebut seperti yang ditunjukkan pada perhitungan di bawah ini.

Rata – rata pembayaran listrik perbulan ( $X_1$ ) = Rp 750.000,00

Penghematan biaya listrik perbulan ( $X_2$ ) = Rp 25.080,00

Penghematan biaya listrik perbulan ( $X_0$ ) =  $\frac{X_2}{X_1} \times 100\%$

$$X_0 = \frac{\text{Rp } 25.080,00}{\text{Rp } 750.000,00} \times 100\%$$
$$X_0 = 3,34\%$$

#### SIMPULAN

Berdasarkan analisa dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tegangan, arus, dan daya *output* dari peltier meningkat seiring meningkatnya beda temperatur pada kedua sisi peltier. Tegangan dan arus *output* akan meningkat ketika beda temperatur pada kedua sisi peltier meningkat.
2. Pengujian selama satu jam dapat diketahui bahwa rata-rata *output* daya oleh peltier TEG SP 1848 27145 SA yaitu sebesar 92,16 watt.
3. Pengeluaran untuk pembayaran listrik di UD. Nadi Utama yang dapat dihemat adalah sebesar Rp 25.080,00 atau sebesar 3,34% dari rata – rata pembayaran listrik perbulannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- M. A. Manap and A. Fikri, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Alternatif Menggunakan Termoelektrik dengan Memanfaatkan pada Tungku Pemanas," *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, vol. 3, no. 2, pp. 53-58, 2020.
- M. F. Rosyidi, D. B. Santoso and L. Nurpulaela, "Rancang bangun kompor biomassa penghasil energi listrik untuk mengisi baterai 12V," *TEKNIKA: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 16, no. 2, p. 279–284, 2020.
- Rimbawati, B. Prandika and C. , "Rancang Bangun Sistem Konversi Energi Panas Api Menjadi Energi Listrik Sebagai Alat Charger Baterai Menggunakan Termoelektrik," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 1-3, 2022.
- R. Muhammad, E. Kurniawan and P. Pangaribuan, "Analisis Incinerator Sebagai Pembangkit Listrik," Surabaya, 2018.

- S. C. Puspita, H. Sunarno and B. Indarto, "Generator Termoelektrik untuk Pengisian Aki," *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 13, no. 2, pp. 84-87, 2017.
- Nurhayati, W. Safira and R. Lahhudin, "Analisis Perbedaan Suhu dan Resistansi pada Termistor PTC dengan Menggunakan Media Dingin dan Media Panas," *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, vol. 3, no. 1, pp. 1-5, 2022.
- J. A. Ananda, S. Rahono and R. E. Rachmanita, "Studi Sistem Konversi Panas Buang Konduksi Berbasis Termoelektrik," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 8, no. 2, pp. 126-133, 2020.